

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 0 月    3 日  
Date of Application:

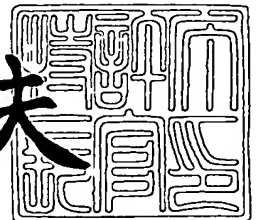
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 9 1 5 0 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 9 1 5 0 3 ]

出    願    人            株 式 会 社 デ ン ソ ー  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    7 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 TIA1998

【提出日】 平成14年10月 3日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F01N 3/20

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 窪島 司

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 奥川 伸一郎

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 衣川 真澄

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 関口 清則

【特許出願人】

    【識別番号】 000004260

    【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

    【識別番号】 100067596

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊藤 求馬

    【電話番号】 052-683-6066

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 006334

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105118

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の排気通路に設置される排気後処理装置と、該排気後処理装置の下流側の排気温度を検出する出ガス温度検出手段と、上記出ガス温度検出手段の出力から上記排気後処理装置の温度を推定する温度推定手段と、該温度推定手段によって算出される温度推定値に基づいて上記排気後処理装置が所定の状態にあるかどうかを検出する状態検出手段を備え、上記温度推定手段は、上記排気後処理装置の温度推定値を、上記排気後処理装置の温度変化に対する出ガス温度変化の逆伝達関数を用いて算出することを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】 上記温度推定手段において、上記逆伝達関数は一次遅れとムダ時間で表現される請求項 1 記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】 上記温度推定手段は、上記逆伝達関数における一次遅れの時定数  $T1$  とムダ時間  $L1$  をそれぞれ排気流量に応じて変更する請求項 1 または 2 記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】 上記温度推定手段は、上記逆伝達関数における一次遅れの時定数  $T1$  とムダ時間  $L1$  をそれぞれ排気流量が大であるほど小さくなるように変更する請求項 1 または 2 記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 5】 上記状態検出手段の検出結果に基づいて上記排気後処理装置を所定の状態に制御する制御手段を設ける請求項 1 ないし 4 のいずれか記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 6】 内燃機関の排気通路に設置される排気後処理装置と、該排気後処理装置の上流側の排気温度を検出する入ガス温度センサと、下流側の排気温度を検出する出ガス温度センサと、上記入ガス温度センサの出力から上記排気後処理装置の温度を推定する第 1 の温度推定手段と、上記出ガス温度センサの出力から上記排気後処理装置の温度を推定する第 2 の温度推定手段と、上記第 1 の温度推定手段によって算出される第 1 の温度推定値および上記第 2 の温度推定手段によって算出される第 2 の温度推定値に基づいて、上記排気後処理装置が所定の

状態にあるかどうかを検出する状態検出手段を備え、上記第1の温度推定手段は、上記排気後処理装置の第1の温度推定値を、入ガス温度変化に対する上記排気後処理装置の温度変化の伝達関数を用いて算出し、上記第2の温度推定手段は、上記排気後処理装置の第2の温度推定値を、上記排気後処理装置の温度変化に対する出ガス温度変化の逆伝達関数を用いて算出することを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項7】 上記第1および第2の温度推定手段において、上記伝達関数および逆伝達関数は、それぞれ一次遅れとムダ時間で表現される請求項6記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項8】 上記第1および第2の温度推定手段は、上記伝達関数および逆伝達関数における一次遅れの時定数 $T1$ 、 $T2$ とムダ時間 $L1$ 、 $L2$ をそれぞれ排気流量に応じて変更する請求項6または7記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項9】 上記第1および第2の温度推定手段は、上記伝達関数および逆伝達関数における一次遅れの時定数 $T1$ 、 $T2$ とムダ時間 $L1$ 、 $L2$ をそれぞれ排気流量が大であるほど小さくなるように変更する請求項6または8記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項10】 上記排気後処理装置は表面に触媒が担持されており、上記第1の温度推定値が上記触媒による反応熱を含まない上記排気後処理装置の温度であり、上記第2の温度推定値が上記触媒による反応熱を含む上記排気後処理装置の温度である請求項6ないし9のいずれか記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項11】 上記状態検出手段が、上記第1および第2の温度推定値の差が所定値より小さい時に、上記触媒が劣化したと判定する劣化判定手段である請求項10記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項12】 上記状態検出手段は、上記所定値を内燃機関の運転状態に応じて決定する請求項11記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項13】 上記状態検出手段は、上記出ガス温度検出手段により検出される出ガス温度が上記触媒の活性温度以上である場合にのみ劣化判定を実施する請求項11または12記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項14】 上記排気後処理装置は、触媒付パティキュレートフィルタ

、パティキュレートフィルタ、酸化触媒、NO<sub>x</sub>触媒および三元触媒のうちのいずれか1つ、または2つ以上を組み合わせたものである請求項1ないし13のいずれか記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、排気後処理装置を備える内燃機関の排気浄化装置に関し、特に、後処理装置の温度を推定して、その推定値を基に排気後処理装置を最適な状態に保持することのできる内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、環境対策として、内燃機関から排出される大気汚染物質を削減する排気後処理装置が種々提案されており、酸化触媒やNO<sub>x</sub>触媒、三元触媒といった触媒システムの導入が進められている。また、ディーゼルエンジンでは、排出ガス中に含まれるパティキュレート（粒子状物質）が問題となっており、パティキュレートを捕集して定期的に燃焼除去するディーゼルパティキュレートフィルタ（以下DPFと称する）や、これに触媒を担持させた触媒付DPFを搭載することが検討されている。DPFは、捕集したパティキュレートを定期的に燃焼除去することで再生され、触媒を担持させると再生温度が低下してより安定した燃焼が可能になる。

【0003】

ここで、排気後処理装置を効率よく作動させるには、装置の温度管理が重要となる。特に、触媒を用いた場合には、十分な触媒活性が得られる温度以上で、かつ過昇温による触媒の損傷等を防止するために、所定の使用温度範囲内（例えば200～700℃）で使用する必要がある。また、DPFの再生は、ポスト噴射等を行って未燃HCを供給し、DPFを例えば600℃以上に昇温することによって行われるが、条件によってはパティキュレートの燃焼熱でDPFが過昇温となることがあり、触媒の劣化やフィルタ基材の破損等のおそれがある。

【0004】

そこで、排気後処理装置の温度を検出して、触媒の状態を検出することが提案されている（例えば、特許文献 1、2 参照）。特許文献 1 には、NO<sub>x</sub>還元触媒を備えた排気浄化装置に温度検出手段を設け、検出された温度に応じて空気過剰率を増減して、触媒温度を所定温度範囲内に制御することが記載されている。また、特許文献 2 には、触媒の上流側および下流側にそれぞれ第 1 および第 2 の温度検出手段を設け、第 1 および第 2 の温度検出手段からの出力信号を比較することで触媒劣化を判断する装置が開示されている。

#### 【0005】

##### 【特許文献 1】

特開平 4-224221 号公報

##### 【特許文献 2】

特許第 2593506 号公報

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

触媒やDPFといった排気後処理装置の状態を最もよく代表するのは、装置中心温度であるが、これを直接検出することは実用上困難である。このため、従来の装置では、排気後処理装置の上流または下流の排気温度を装置温度とみなしており、例えば、特許文献 1 では、触媒出ガス温度＝触媒温度として触媒温度を制御している。しかしながら、車両加減速時等は、触媒出ガス温度≠触媒温度であり、触媒温度を適正範囲に維持できないという問題があった。

#### 【0007】

これは、触媒やDPFが、通常、熱容量の大きいセラミックハニカム構造体を触媒担体またはフィルタ基材としているために、装置中心温度の変化が装置下流の排気温度に反映されるまでに、時間的なずれがあることによる。しかも、触媒反応やパティキュレート燃焼を伴うために、実際の温度とのずれが大きくなると、触媒の劣化をまねくおそれがあった。

#### 【0008】

また、特許文献 2 の触媒劣化の判定も、車両の加減速に伴い排気温度そのものが変化するため、2 つの温度検出手段の出力差が、触媒反応による温度変化であ

るか排気温度の変化によるものであるかを区別することが困難である。従って、この方法では車両停止時あるいは定速走行時しか判定ができず、しかも長時間にわたる定速走行は、実走行では機会が少ないため、実用性に問題があった。

#### 【0009】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、内燃機関の排気浄化装置において、触媒やDPFといった排気後処理装置の中心温度を精度よく検出すること、そして、その検出値を基に触媒温度制御やDPFの再生制御を行い、あるいは劣化判定を行なうことにより、安全性を高め、高性能で信頼性の高い装置を実現することにある。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項1の内燃機関の排気浄化装置は、排気通路に設置される排気後処理装置と、該排気後処理装置の下流側の排気温度を検出する出ガス温度検出手段と、上記出ガス温度検出手段の出力から上記排気後処理装置の温度を推定する温度推定手段と、該温度推定手段によって算出される温度推定値に基づいて上記排気後処理装置が所定の状態にあるかどうかを検出する状態検出手段を備えており、上記温度推定手段は、上記排気後処理装置の温度推定値を、上記排気後処理装置の温度変化に対する出ガス温度変化の逆伝達関数を用いて算出するものとする。

#### 【0011】

本発明では、発熱反応を伴う触媒やDPFといった排気後処理装置の温度変化をより反映する装置下流側の排気温度（出ガス温度）に着目し、この出ガス温度を用いて装置中心温度を推定する。この時、上記排気後処理装置の温度変化に対する出ガス温度変化の逆伝達関数を用いることで、比較的容易に、かつ精度よい温度推定が可能になる。よって、この温度推定値から排気後処理装置の状態、例えば、適正温度範囲にあるかどうかを判定し、これを基に排気後処理装置の制御を行なうことで、装置を最適な状態に保ち、安全でかつ効率的に排気浄化を行なうことができるので、信頼性が大きく向上する。

#### 【0012】



請求項2の装置では、上記温度推定手段における上記逆伝達関数を一次遅れとムダ時間で表現する。排気後処理装置の温度変化に対する出ガス温度変化を実験的に調べたところ、一次遅れとムダ時間という簡単な系で近似できることが判明し、その逆伝達関数を用いて排気後処理装置の中心温度を推定することで、簡易で高精度な検出が可能になる。

#### 【0013】

請求項3の装置では、上記温度推定手段は、上記逆伝達関数における一次遅れの時定数T1とムダ時間L1をそれぞれ排気流量に応じて変更する。排気流量が多いほど排気と排気後処理装置の間の単位時間あたりの熱伝達が多くなるので、これを考慮して一次遅れの時定数T1とムダ時間L1を変更することで、装置中心温度をより精度よく推定することができる。

#### 【0014】

請求項4の装置のように、具体的には、上記温度推定手段は、上記逆伝達関数における一次遅れの時定数T1とムダ時間L1をそれぞれ排気流量が大であるほど小さくなるように変更する。これにより、排気流量の影響を排除することができる。

#### 【0015】

請求項5の装置では、上記状態検出手段の検出結果に基づいて上記排気後処理装置を所定の状態に制御する制御手段を設ける。例えば、上記状態検出手段により排気後処理装置が適正温度範囲を超えた時に、装置の温度を低下させて所定の状態を保つように制御することで、装置の安全性を向上させることができる。

#### 【0016】

請求項6の内燃機関の排気浄化装置は、内燃機関の排気通路に設置される排気後処理装置と、該排気後処理装置の上流側の排気温度を検出する入ガス温度センサと、下流側の排気温度を検出する出ガス温度センサと、上記入ガス温度センサの出力から上記排気後処理装置の温度を推定する第1の温度推定手段と、上記出ガス温度センサの出力から上記排気後処理装置の温度を推定する第2の温度推定手段と、上記第1の温度推定手段によって算出される第1の温度推定値および上記第2の温度推定手段によって算出される第2の温度推定値に基づいて、上記排

気後処理装置が所定の状態にあるかどうかを検出する状態検出手段を備える。上記第1の温度推定手段は、上記排気後処理装置の第1の温度推定値を、入ガス温度変化に対する上記排気後処理装置の温度変化の伝達関数を用いて算出し、上記第2の温度推定手段は、上記排気後処理装置の第2の温度推定値を、上記排気後処理装置の温度変化に対する出ガス温度変化の逆伝達関数を用いて算出するものとする。

#### 【0017】

上記第1の温度推定手段によって算出される第1の温度推定値は、排気後処理装置における発熱を含まないものであり、上記第2の温度推定手段によって算出される第2の温度推定値は、排気後処理装置における発熱を含むものとなるので、これら2つの温度推定値を比較することで、上記排気後処理装置の状態をより正確に判断することができる。この場合も、これら第1および第2の温度推定値を、入ガス温度変化に対する上記排気後処理装置の温度変化の伝達関数、あるいは上記排気後処理装置の温度変化に対する出ガス温度変化の逆伝達関数を用いて比較的容易に推定することができる。そして、両者を比較することで運転状態の変化に伴う時間的な温度変化のずれやなまりの影響をキャンセルできるので、温度変化の正確な検出が可能である。

#### 【0018】

請求項7の装置では、上記第1および第2の温度推定手段における上記伝達関数および逆伝達関数を、それぞれ一次遅れとムダ時間で表現する。入ガス温度変化に対する上記排気後処理装置の温度変化、排気後処理装置の温度変化に対する出ガス温度変化は、それぞれ一次遅れとムダ時間という簡単な系で近似することができるので、その伝達関数または逆伝達関数を用いて排気後処理装置の中心温度を推定し、両者を比較することで、簡易で高精度な検出が可能になる。

#### 【0019】

請求項8の装置では、上記第1および第2の温度推定手段は、上記伝達関数および逆伝達関数における一次遅れの時定数 $T1$ 、 $T2$ とムダ時間 $L1$ 、 $L2$ をそれぞれ排気流量に応じて変更する。排気流量が多いほど排気と排気後処理装置の間の単位時間あたりの熱伝達が多くなるので、これを考慮して一次遅れの時定数

T1、T2 とムダ時間 L1、L2 を変更することで、より精度よい推定が可能になる。

#### 【0020】

請求項9の装置のように、具体的には、上記第1および第2の温度推定手段は、上記伝達関数および逆伝達関数における一次遅れの時定数 T1、T2 とムダ時間 L1、L2 をそれぞれ排気流量が大であるほど小さくなるように変更する。これにより、排気流量の影響を排除することができる。

#### 【0021】

請求項10の装置のように、上記排気後処理装置を、表面に触媒を担持したものとすることができる。この場合には、上記第1の温度推定値が上記触媒による反応熱を含まない上記排気後処理装置の温度となり、上記第2の温度推定値が上記触媒による反応熱を含む上記排気後処理装置の温度となるので、上記第1、第2の温度推定値を比較することで、触媒反応による温度変化を、時間的な温度変化のずれと温度変化のなまりの影響を受けずに検出することができる。

#### 【0022】

請求項11の装置では、上記状態検出手段を、上記第1および第2の温度推定値の差が所定値より小さい時に、上記触媒が劣化したと判定する劣化判定手段とする。上述したように、上記第1の温度推定値は上記触媒による反応熱を含まず、上記第2の温度推定値は上記触媒による反応熱を含むので、両者の差から触媒反応による温度変化を正確に検出することができる。そして、触媒が十分機能していない場合には両者の差が小さくなるので、この差を所定値と比較することで触媒の劣化を容易に検出することができる。

#### 【0023】

請求項12の装置では、上記状態検出手段は、上記所定値を内燃機関の運転状態に応じて決定する。触媒反応による温度変化は内燃機関の運転状態によって異なるので、これを考慮して上記所定値を変更することで、より正確な劣化判定が可能になる。

#### 【0024】

請求項13の装置では、上記状態検出手段は、上記出ガス温度検出手段により

検出される出ガス温度が上記触媒の活性温度以上である場合にのみ劣化判定を実施するものとする。触媒が活性温度に到達していない場合には、触媒反応による温度上昇が生じないので、このような場合には劣化判定を実施しないことで、誤検出を防止することができる。

#### 【0025】

請求項14の装置では、上記排気後処理装置を、触媒付パティキュレートフィルタ、パティキュレートフィルタ、酸化触媒、NO<sub>x</sub>触媒および三元触媒のうちのいずれか1つ、または2つ以上を組み合わせたものとする。本発明は、発熱反応を伴い熱容量の大きい触媒やパティキュレートフィルタに好適に適用されて、その温度を正確に推定することができる。

#### 【0026】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1はディーゼルエンジンの排気浄化装置の全体構成を示すもので、エンジン1の排気通路には、排気管2a、2b間に排気後処理装置としての酸化触媒付ディーゼルパティキュレートフィルタ（以下、酸化触媒付DPFと称する）3が設置されている。酸化触媒付DPF3は、例えば、コーディエライト等の耐熱性セラミックスをハニカム構造に成形して、ガス流路となる多数のセルを入口側または出口側が互い違いとなるように目封じしてなり、セル壁表面には、Pt等の酸化触媒が塗布されている。エンジン1から排出された排気ガスは、酸化触媒付DPF3の多孔性の隔壁を通過しながら下流へ流れ、その間にパティキュレートが捕集されて次第に堆積する。

#### 【0027】

酸化触媒付DPF3の下流側の排気管2bには、酸化触媒付DPF3の温度を知るために、出ガス温度検出手段として排気温センサ41が設置されている。排気温センサ41はECU6に接続されており、酸化触媒付DPF3の出ガス温度を検出して、ECU6に出力する。また、エンジン1の吸気管7には、エアフローメータ（吸気量センサ）71が設置してあり、吸気量を検出して、ECU6に出力するようになっている。

## 【0028】

排気管 2 a、2 b には、酸化触媒付 D P F 3 にて捕集されたパティキュレート  
の量 (P M 捕集量) を知るために、酸化触媒付 D P F 3 の前後差圧を検出する差  
圧センサ 5 が接続される。差圧センサ 5 の一端側は酸化触媒付 D P F 3 上流の排  
気管 2 a に、他端側は酸化触媒付 D P F 3 下流の排気管 2 b にそれぞれ圧力導入  
管 5 1、5 2 を介して接続されており、酸化触媒付 D P F 3 の前後差圧に応じた  
信号を E C U 6 に出力する。

## 【0029】

E C U 6 には、さらに、アクセル開度センサ 6 1 や回転数センサ 6 2 といった  
各種センサが接続されており、これらセンサからの検出信号を基にエンジン 1 の  
運転状態を検出するようになっている。E C U 6 は、運転状態に応じた最適な燃  
料噴射量、噴射時期、噴射圧等を算出して、エンジン 1 のフィードバック制御を  
行う。

## 【0030】

本実施の形態において、E C U 6 は、排気温センサ 4 1 およびエアフローメー  
タ 7 1 の出力値に基づき、酸化触媒付 D P F 3 の中心温度を推定し (温度推定手  
段)、D P F 温度の推定値から酸化触媒付 D P F 3 が所定の温度範囲にあるかど  
うかを検出して (状態検出手段)、酸化触媒付 D P F 3 の過昇温防止制御を行う  
(制御手段)。また、算出された酸化触媒付 D P F 3 の中心温度と、差圧センサ  
5、エアフローメータ 7 1 の出力値に基づき、酸化触媒付 D P F 3 のパティキュ  
レート堆積量 (P M 堆積量) を算出して、P M 堆積量が所定量を超えているかど  
うかを検出し (状態検出手段)、酸化触媒付 D P F 3 の再生を制御する (制御手  
段)。温度推定手段による D P F 3 中心温度の推定方法について、次に説明する  
。

## 【0031】

図 2 は、エンジン 1 にて、エンジン回転数一定で燃料噴射量をステップ変化 (増  
量) させた場合の、酸化触媒付 D P F 3 への入ガス温度、中心温度 (D P F 温  
度)、出ガス温度、それぞれの変化を一例として示す図である。図示するように  
、入りガス温度が上昇しても D P F 温度および出ガス温度は直ちに上昇を開始せ

ず、しかも温度上昇は緩やかとなる。これは、酸化触媒付DPF3が熱容量の大きいセラミック構造体からなるためであり、また、酸化触媒が担持されているため、排気中のHCが多い場合には、HCの酸化燃焼による発熱でDPF温度および出ガス温度が入ガス温度より高くなる。

#### 【0032】

従って、入ガス温度からは発熱を伴うDPF温度を正しく検出することはできない。一方、出ガス温度はDPF温度の変化に比較的沿う曲線となるが、図2のように時間的なずれがある。図2の例では、DPF温度と出ガス温度がほぼ同じ温度となるのに、入ガス温度の変化から数十秒以上の時間を要しており、出ガス温度をDPF温度として触媒の状態を判断したり、PM堆積量を算出すると、その間、制御性が低下することになる。

#### 【0033】

そこで、本発明では、酸化触媒による反応熱を反映する出ガス温度に着目し、DPF温度との関係を簡単な伝達関数で表すことによって、出ガス温度からDPF温度を精度よく推定することを可能にする。簡便のため、排気中のHCが少なく酸化触媒付DPF3における発熱量が小さい場合の、入ガス温度、DPF温度、出ガス温度の変化を図3(a)に示す。図3(a)のように、出ガス温度は、DPF温度の上昇開始からしばらく変化せず、DPF温度より温度上昇速度が小さくなっていることから、この関係を簡単な「一次遅れ+ムダ時間」で表現できる。そして、この関係から、図3(b)に示すように、DPF温度変化に対する出ガス温度変化の逆伝達関数を用いて、酸化触媒付DPF3の中心温度の推定値を求めることができることがわかる。図3(b)中、T1は一次遅れの時定数、L1はムダ時間を示す。

#### 【0034】

一次遅れの時定数T1とムダ時間L1は、図3(a)を基に算出することができるが、図3(a)の関係は排気流量によって変化する。これを考慮して、排気流量に応じて時定数T1とムダ時間L1を、図4(a)、(b)のように変更する。図4(a)、(b)は排気流量を変更することにより実験的に求められたもので、排気流量が多いほど、時定数T1およびムダ時間L1は小さくなる。これ

は、排気流量が多いほど排気と酸化触媒付DPF3との間の単位時間あたりの熱伝達が多くなることによるもので、排気流量が所定値以上の範囲では時定数T1およびムダ時間L1はほぼ一定となる。このため、ECU6の温度推定手段は、まず、排気流量を算出し、排気流量に応じて一次遅れの時定数T1とムダ時間L1を設定変更するとともに、これら設定値と上記図3(b)の逆伝達関数を用いて、DPF温度を推定する。

#### 【0035】

このECU6の作動の一例を図5に示すフローチャートを用いて説明する。本処理は、ECU6において所定の周期で実行されるもので、まず、ステップ101でエアフローメータ71の出力から吸気量GAを、排気温センサ41の出力から酸化触媒付DPF3の出ガス温度Tex1を読み込む。次いで、ステップ102で吸気量GAから排気流量Vexを算出する。ここで算出される排気流量Vexは、排気の質量流量(g/sec)であり、エアフローメータ71は、通常、吸気の質量流量(g/sec)を検出するので、ここでは、吸気量GA=排気流量Vexとなる。

#### 【0036】

ステップ103では、ステップ102で算出される排気流量Vexにおける一次遅れの時定数T1とムダ時間L1を算出する。ECU6は、図4(a)、(b)に示した排気流量と時定数T1、ムダ時間L1との関係を、予めマップとして記憶しており、これを基に時定数T1、ムダ時間L1を算出する。さらに、ステップ104で、ステップ103で算出した時定数T1、ムダ時間L1を用い、図3に示した逆伝達関数を基に、酸化触媒付DPF3の中心温度TDPFを算出する。

#### 【0037】

ステップ105では、ステップ104で算出した酸化触媒付DPF3の中心温度TDPFを予め決められた所定の許容温度T0と比較し、許容温度T0より低い温度かどうかを判定する。この許容温度T0は、DPF3に担持される酸化触媒が劣化するおそれのある温度、例えば800℃とし、 $TDPF < T0$ であれば、酸化触媒付DPF3は許容温度範囲内であると判断してステップ106へ進む。

。ステップ105が否定判定された場合には、過昇温による酸化触媒の劣化を防止するために、ステップ107へ進んで酸化触媒付DPF3の温度低減操作を行う。

#### 【0038】

ステップ107における酸化触媒付DPF3の温度低減操作は、例えば、吸気絞りを全開にして排気流量を増加させることにより、酸化触媒付DPF3を冷却し、あるいは、後述するDPF再生のための昇温中であれば昇温操作を中止するという操作の実施によって行うことができる。この操作により、酸化触媒付DPF3が所定の許容温度を超えて温度上昇するのを防止できる。その後、本処理を一旦終了する。

#### 【0039】

ステップ106では、酸化触媒付DPF3に堆積しているPM堆積量 $m$ を算出する。PM堆積量 $m$ は、吸気量 $G_A$ と、ステップ104で算出した酸化触媒付DPF3の中心温度 $T_{DPF}$ 、および差圧センサ5にて検出される酸化触媒付DPF3前後の差圧 $P$ から、予めECU6のメモリに記憶されているマップに基づいて算出される。一般に、酸化触媒付DPF3に堆積するパティキュレートの量が増加するのに伴い、差圧センサ5で検出される差圧 $P$ が増加し、また、PM堆積量 $m$ が同じでも排気の体積流量 $V_{ex'}$  (L/min) に応じて差圧 $P$ の検出値が変動することから、これらの関係を予め実験等により求めておくことでPM堆積量 $m$ を算出することができる。なお、排気の体積流量 $V_{ex'}$  (L/min) は、吸気量 $G_A$  (g/sec) をDPF中心温度 $T_{DPF}$ と差圧 $P$ を用いて体積換算することにより求められる。

#### 【0040】

ステップ108では、ステップ106で算出したPM堆積量 $m$ が許容PM堆積量 $m_0$ より少ないかどうかを判定する。この許容PM堆積量 $m_0$ は、PM堆積量の増加によるエンジンの出力低下、あるいは多量のパティキュレートが燃焼することによる酸化触媒やフィルタ基材の破損回避のために、予め決められる所定量（例えば10g）である。PM堆積量 $m < \text{許容PM堆積量 } m_0$ であれば、まだ再生は必要ないと判断して本処理を一旦終了する。肯定判定された場合には、ステ



ップ109へ進んで、DPF再生のための温度上昇操作を行う。

#### 【0041】

ステップ109におけるDPF再生のための温度上昇操作として、具体的には、燃料噴射弁12から燃焼室に燃料を噴射する際にポスト噴射や噴射時期の遅角を行う等の操作がなされる。ポスト噴射や遅角を行うと、通常噴射の場合よりも排気が高温になるとともに、未燃HCが酸化触媒付DPF3内に供給されて酸化触媒上で酸化反応し、排気がさらに昇温する。これにより、酸化触媒付DPF3を所定温度（例えば600℃）以上に昇温することができ、付着したパティキュレートは燃焼除去して、捕集能力を回復させることができる。他の手段により温度上昇操作を行ったり、運転状態に応じて、複数の手段を使い分けたりしてももちろんよい。

#### 【0042】

図6は、本実施の形態の装置を用いて、ECU6にて酸化触媒付DPF3の出ガス温度 $T_{ex1}$  から中心温度 $T_{DPF}$ を算出した時の、算出された推定値と実測値とを比較して示したものである。図のように車速を変化させた時、これに伴ってDPF温度の実測値（細線）が大きく変化するが、出ガス温度 $T_{ex1}$ からの推定値（実線）が実測値から大きくずれることはなく、本発明の温度推定手段による温度推定精度が極めて高いことが確認された。

#### 【0043】

このように、本発明によれば、簡単な伝達関数を用いて酸化触媒付DPF3の中心温度を高い精度で推定できるので、酸化触媒付DPF3が適正温度範囲にあるかどうかを精度よく検出することができる。そして、所定の許容温度 $T_0$ を超えた場合には、直ちに温度低減操作することで、酸化触媒付DPF3の過昇温防止制御を行い、触媒の劣化やフィルタ基材の破損を防止して酸化触媒付DPF3の耐久性を向上することができる。ここで温度推定精度が低いと、酸化触媒付DPF3の再生中において、実際の温度が許容温度 $T_0$ よりも低い状態で昇温操作を中止してしまい、パティキュレートが除去されないために、頻繁な再生が必要となる等の不具合が生じる可能性があるが、本発明では、温度推定精度が高いため、不要な昇温操作（ポスト噴射）を実施することがなく、燃費の悪化が防止で

きる。

#### 【0044】

さらに、再生制御におけるPM堆積量 $m$ の算出にも、酸化触媒付DPF3の中心温度の推定値を用いているため、PM堆積量 $m$ の算出精度を向上することができる。よって、PM堆積量 $m$ が許容範囲にあるかどうかを精度よく検出することができ、所定の許容PM堆積量 $m_0$ を超えた場合には、酸化触媒付DPF3の昇温操作を行ってパーティキュレートを燃焼除去することで、効率的に再生制御を実施することができる。

#### 【0045】

上記第1の実施の形態では、排気後処理装置として、酸化触媒付DPFを用いたが、酸化触媒以外の触媒を担持したDPFや触媒を担持していないDPFを用いた場合も、同様の方法で出ガス温度から中心温度を推定することができる。そして、推定された温度を基に過昇温防止制御や再生制御を行うことで、触媒やDPFを保護しつつ、高い排気浄化性能を実現できる。排気後処理装置として、DPF以外にも、例えば、酸化触媒、 $\text{NO}_x$ 触媒、三元触媒等の触媒を用いることができ、同様にして推定した中心温度を基に過昇温防止制御を行なうことで同様の効果が得られる。これら触媒またはDPFを複数組み合わせることで排気後処理装置としてももちろんよい。

#### 【0046】

図7に本発明の第2の実施の形態を示す。本実施の形態では、酸化触媒付DPF3の上流側の排気管2aに、入ガス温度検出手段として排気温センサ42を設置しており、酸化触媒付DPF3の入ガス温度を検出して、ECU6に出力する。それ以外の排気浄化装置の基本構成は、上記第1の実施の形態と同様であり、説明を省略する。上記第1の実施の形態では、酸化触媒付DPF3の出ガス温度から、触媒反応による発熱を伴う酸化触媒付DPF3中心温度を、精度よく推定できることを示したが、本実施の形態では、この推定値と、酸化触媒付DPF3の入ガス温度からの推定値を基に、酸化触媒の劣化判定を行う。

#### 【0047】

本実施の形態において、ECU6は、上記第1の実施の形態と同様にして、酸

化触媒付DPF3下流の排気温センサ41およびエアフローメータ71の出力値に基づき、触媒反応による発熱を含む酸化触媒付DPF3の中心温度を推定し、これを第1の温度推定値（以下、第1推定値という）とするとともに（第1の温度推定手段）、酸化触媒付DPF3上流の排気温センサ42およびエアフローメータ71の出力値に基づき、触媒反応による発熱を含まない酸化触媒付DPF3の中心温度を推定して、第2の温度推定値（以下、第2推定値という）とする（第2の温度推定手段）。そして、これら第1推定値および第2推定値を比較して、その差を算出することで触媒反応による温度上昇を検出し、両者の差が所定値よりも小さい時に酸化触媒の劣化と判定する（状態検出手段、劣化判定手段）。

#### 【0048】

触媒前後の排気温センサの出力を比較して劣化を判定する方法は、従来より知られているが、ただ単に両者の温度差を見るだけでは正確な判定が困難である。これは、2つの排気温センサの間にある触媒が、熱容量の大きいセラミック構造体を用いているためであり、加減速等で運転状態が変化すると、入ガス温度の変化と出ガス温度の変化との間に、上記図2に示した時間的な温度変化のずれと温度変化のなまりが発生するためである。本実施の形態では、この点を考慮し、酸化触媒付DPF3への入ガス温度変化とDPF中心温度変化と出ガス温度変化の関係を、上記第1の実施の形態と同様の「一次遅れ+ムダ時間」で表現する。そして、入ガス温度および出ガス温度から、図8に示す逆伝達関数および伝達関数を用いて、それぞれ推定されるDPF中心温度（第1および第2推定値）を比較することで、時間的な温度変化のずれと温度変化のなまりの影響をキャンセルする。図8中、 $T1$ 、 $T2$  は一次遅れの時定数、 $L1$ 、 $L2$  はムダ時間を示す。

#### 【0049】

すなわち、第1の温度推定手段では、図8の下段に示すDPF中心温度変化に対する出ガス温度変化の逆伝達関数を用いて、出ガス温度から酸化触媒付DPF3の中心温度を推定する（第1推定値）。この第1推定値は、上記第1の実施の形態で説明した通り、酸化触媒における反応熱を含んだものとなる。一方、第2の温度推定手段では、図8の上段に示す入ガス温度変化に対するDPF中心温度変化の伝達関数を用いて、入ガス温度から酸化触媒付DPF3の中心温度を推定

する（第2推定値）。この第2推定値は酸化触媒における反応熱を含まないものとなる。従って、両者の差をとることで、時間的な温度変化のずれと温度変化のなまりの影響を除去した状態で、触媒反応によるDPF前後の温度変化を、正確に検出することができる。

#### 【0050】

本実施の形態においても、排気流量が多いほど排気と酸化触媒付DPF3との間の熱伝達が多くなることを考慮して、一次遅れの時定数 $T1$ 、 $T2$ とムダ時間 $L1$ 、 $L2$ を、排気流量に応じて変更する。上述した図4(a)、(b)と図9(a)、(b)に示されるように、排気流量が多いほど、時定数 $T1$ 、 $T2$ およびムダ時間 $L1$ 、 $L2$ が小さくなるように変更される。

#### 【0051】

このECU6の作動の一例を図11に示すフローチャートを用いて説明する。本処理は、ECU6において所定の周期で実行されるものとする。まず、ステップ201で各種センサの出力からエンジン運転状態を検出するとともに、エアフローメータ71の出力から吸気量 $GA$ を、排気温センサ41の出力から酸化触媒付DPF3の出ガス温度 $Tex1$ を、排気温センサ42の出力から酸化触媒付DPF3の入ガス温度 $Tex2$ を読み込む。次いで、ステップ202で、酸化触媒付DPF3の出ガス温度 $Tex1$ から、DPF温度の第1推定値を算出する。このステップ202は、上記図6におけるステップ101からステップ104に対応するもので、同様にして、吸気量 $GA$ から排気流量 $Vex$ を算出した後、この排気流量 $Vex$ における一次遅れの時定数 $T1$ とムダ時間 $L1$ を図4(a)、(b)から算出し、さらに図8下段の逆伝達関数を用いて算出したDPF温度を、第1推定値とすればよい。

#### 【0052】

ステップ203では、ステップ202で算出したDPF温度の第1推定値が、予め決められた所定値より高い温度かどうかを判定する。この所定値は、DPF3に担持される酸化触媒の活性化温度、例えば $200^{\circ}\text{C}$ とし、第1推定値 $>$ 所定値であれば、酸化触媒付DPF3は活性化温度以上であると判断してステップ204へ進む。ステップ203が否定判定された場合には、酸化触媒が活性化して

おらず、触媒反応熱による温度上昇の検出が不可能であるため、そのまま終了する。

#### 【0053】

ステップ204では、酸化触媒付DPF3の入ガス温度 $T_{ex2}$ から、DPF温度の第2推定値を算出する。まず、ステップ202で算出した排気流量 $V_{ex}$ における一次遅れの時定数 $T2$ とムダ時間 $L2$ を、図9(a)、(b)から算出し、さらに図8上段の伝達関数を用いて算出したDPF温度を、第2推定値とすればよい。次いで、ステップ205で、エンジン運転状態（例えば、回転数、トルクまたは燃料噴射量）から触媒劣化判定の基準値を算出する。これは、エンジン運転状態により排気中の未燃HCの量が増減し、触媒反応による温度上昇の予測値が変化するため、予測される温度上昇が大きいほど基準値も大きくなる。この基準値の算出の基になるマップは、予め実験等により求めてECU6のメモリに記憶されており、例えば、図11のように、エンジン回転数とトルクに対して基準値が変化する。

#### 【0054】

ステップ206では、ステップ202、204で算出した第1推定値と第2推定値の差を求め、ステップ205で算出した基準値と比較する。そして、第1推定値－第2推定値>基準値であれば、酸化触媒反応によるDPF3の温度上昇が予測される所定値以上であり、酸化触媒は劣化していないと判断して、本処理を終了する。ステップ206が否定判定された場合には、予測される温度上昇が見られず、酸化触媒の劣化で触媒が十分機能していないと判断し、ステップ207へ進んで、故障警告灯(MIL)を点灯する。

#### 【0055】

本実施の形態によれば、簡単な伝達関数を用いて入ガス温度および出ガス温度からそれぞれ推定される酸化触媒付DPF3の中心温度を比較することで、排気温度の変化の影響を排除することができる。よって、加減速等で運転状態が変化するような場合にも、触媒の劣化を正確に検出して運転者に警告することができるので、信頼性が大きく向上する。

#### 【0056】

なお、酸化触媒付DPF3の再生中には、HCおよびパティキュレートの燃焼による温度上昇が発生するので、図11とは異なる基準値による判定が必要となるが、再生中であっても、HCおよびパティキュレートの燃焼による温度上昇を考慮して触媒劣化判定の基準値を算出するようにすれば、同様の方法で劣化判定を行なうことができる。

#### 【0057】

上記第2の実施の形態では、排気後処理装置として、酸化触媒付DPFを用いたが、酸化触媒以外の触媒を担持したDPFや他の触媒、例えば、酸化触媒、NO<sub>x</sub>触媒、三元触媒等の触媒を排気後処理装置とすることもでき、同様の方法で入ガス温度および出ガス温度からそれぞれ推定される触媒中心温度を比較することで、運転状態によらず、触媒の劣化を正確に検出できる。

#### 【0058】

以上のように、本発明によれば、触媒またはDPFが適正温度範囲にあるかどうか、または触媒が劣化しているかどうかといった状態を正確に検出して、これらが所定の状態となるように制御することができる。なお、上記実施の形態では、本発明による温度推定手段を用いて触媒またはDPFの温度制御、再生制御、劣化判定等を行なう場合について説明したが、それ以外の制御に適用することももちろんできる。例えば、上記第1の実施の形態では、過昇温防止制御として、排気後処理装置が所定温度を超えた時に温度を低減する操作を行うようにしたが、触媒を活性温度以上に保持するために所定温度以下となった時に昇温操作するといった制御を行なうこともできる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の第1の実施の形態における内燃機関の排気浄化装置の全体概略構成図である。

##### 【図2】

酸化触媒付DPFの入ガス温度変化時のDPF中心温度および出ガス温度変化の様子を示す図である。

##### 【図3】

(a) は酸化触媒付DPFの発熱が少ない場合の入ガス温度とDPF中心温度および出ガス温度の関係を示す図であり、(b) は酸化触媒付DPFの中心温度の算出方法を説明するための図である。

【図4】

(a) は酸化触媒付DPFの中心温度変化に対する出ガス温度変化の時定数 $T_1$ と排気流量の関係を、(b) はムダ時間 $L_1$ と排気流量の関係をそれぞれ示す図である。

【図5】

第1の実施の形態におけるECUの過昇温防止および再生制御のフローチャートを示す図である。

【図6】

第1の実施の形態の効果を示す図で、出ガス温度からのDPF中心温度の推定値と実測値を比較して示す図である。

【図7】

本発明の第2の実施の形態における内燃機関の排気浄化装置の全体概略構成図である。

【図8】

第2の実施の形態におけるDPF中心温度の第1推定値と第2推定値の算出方法を説明するための図である。

【図9】

(a) は酸化触媒付DPFの入ガス温度変化に対するDPF中心温度変化の時定数 $T_2$ と排気流量の関係を、(b) はムダ時間 $L_2$ と排気流量の関係をそれぞれ示す図である。

【図10】

第2の実施の形態におけるECUの触媒劣化判定のフローチャートを示す図である。

【図11】

第2の実施の形態におけるECUの触媒劣化判定基準値を示す図である。

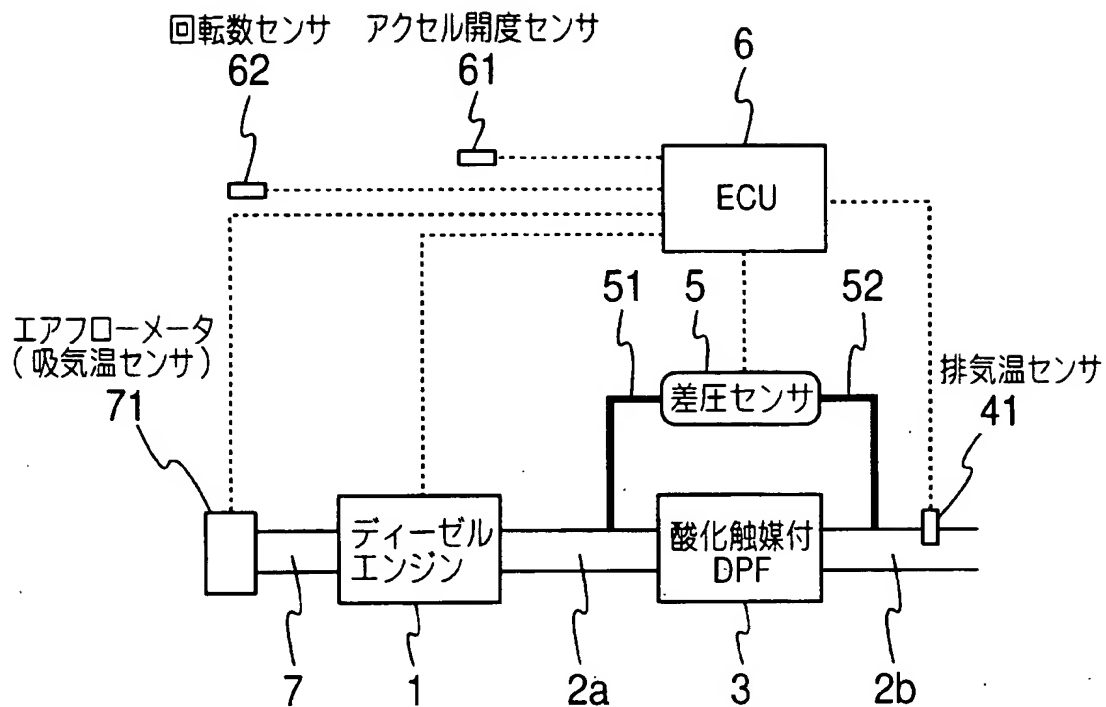
【符号の説明】

- 1 内燃機関
- 2 a、2 b 排気管
- 3 酸化触媒付DPF（排気後処理装置）
- 4 1 排気温センサ（出ガス温度検出手段）
- 4 2 排気温センサ（入ガス温度検出手段）
- 5 差圧センサ
- 6 ECU（温度推定手段、状態検出手段、制御手段、劣化判定手段）
- 7 吸気管
- 8 エアフローメータ

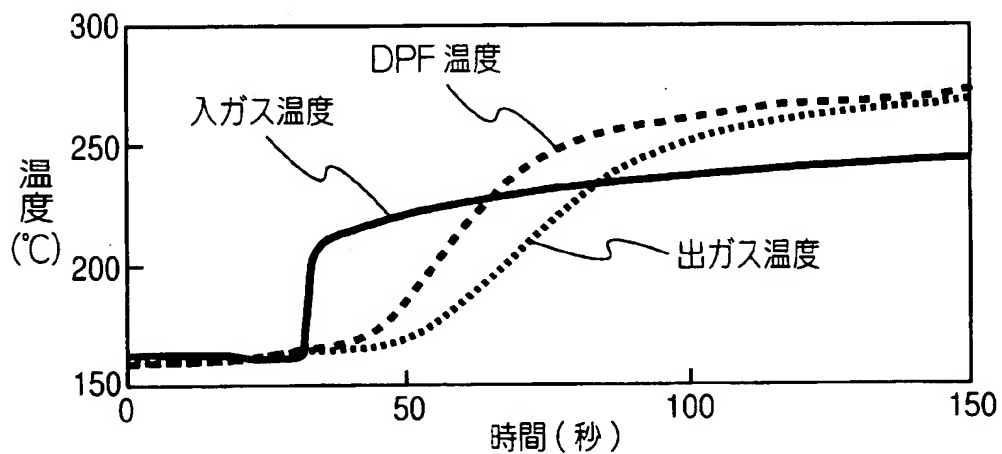


【書類名】 図面

【図 1】

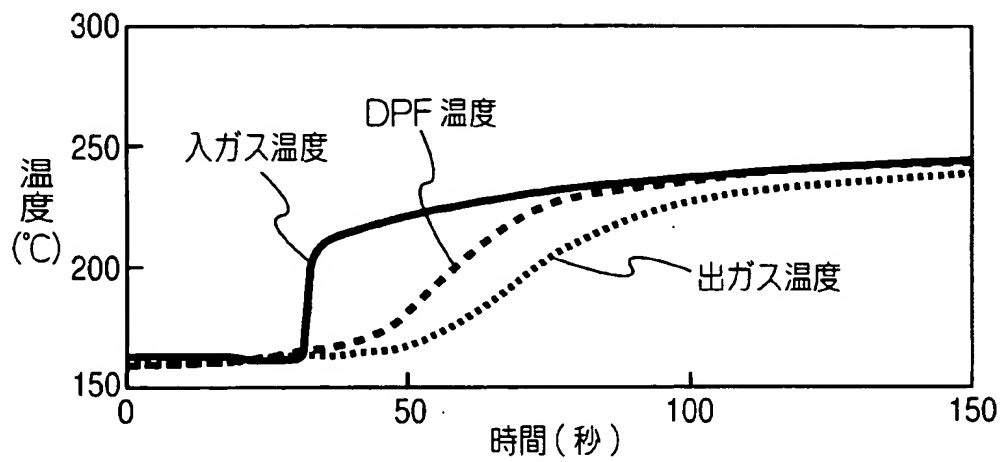


【図 2】

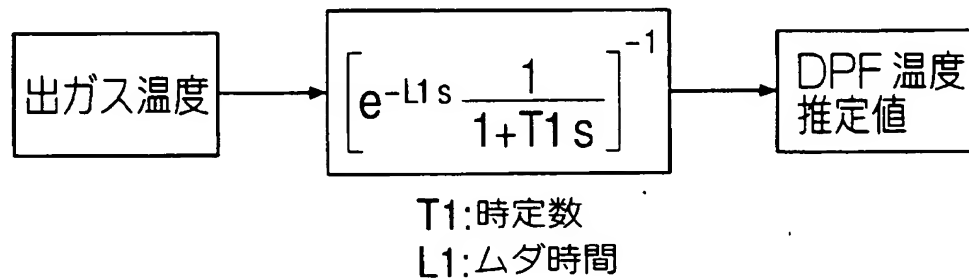


【図 3】

(a)

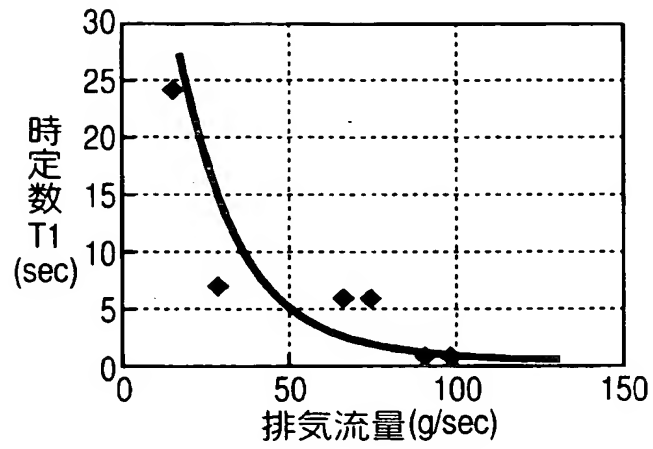


(b)

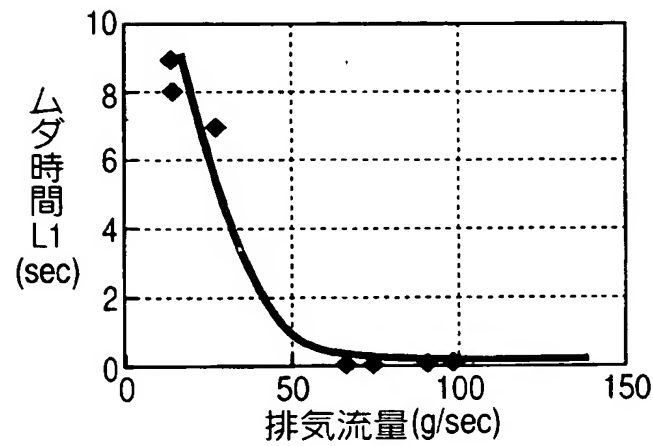


【図 4】

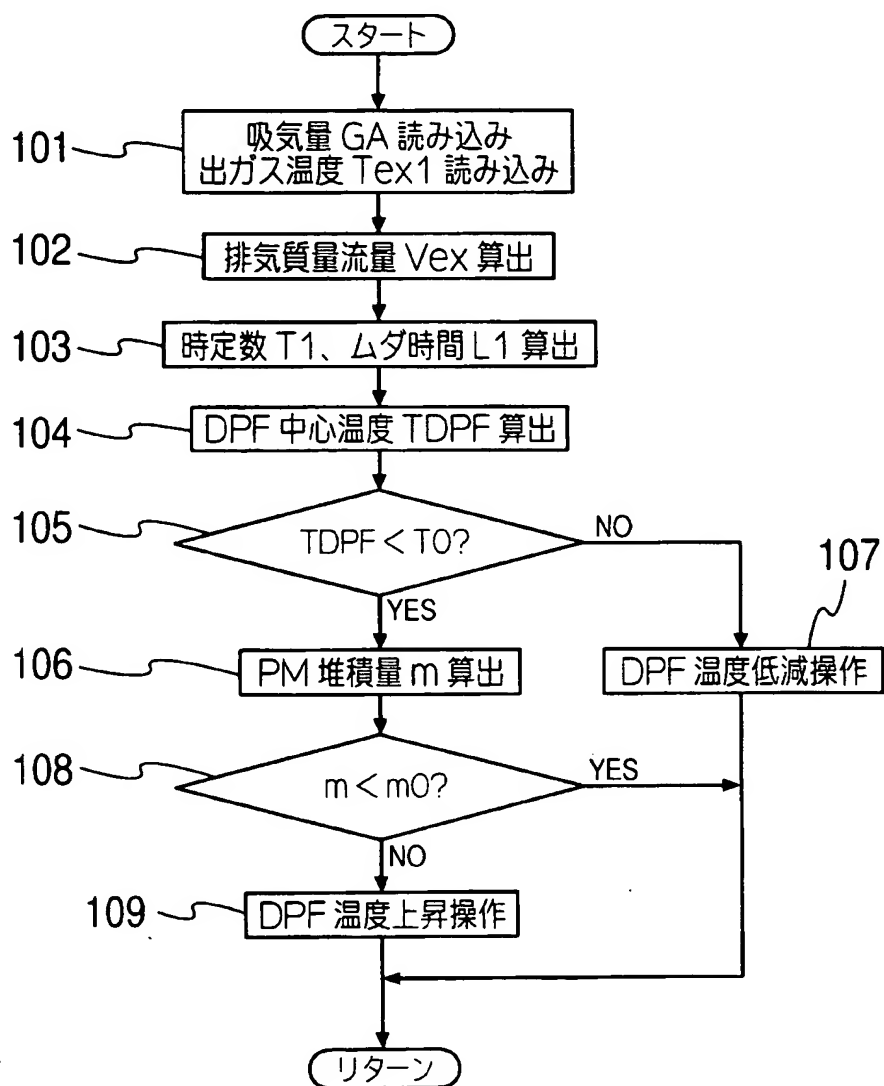
(a)



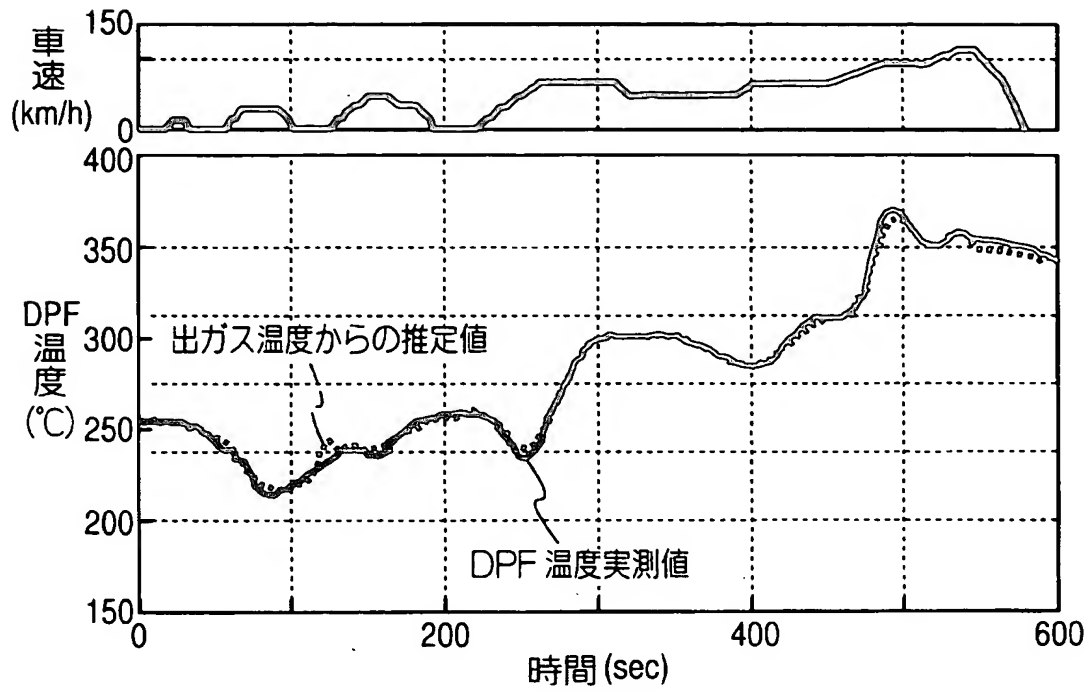
(b)



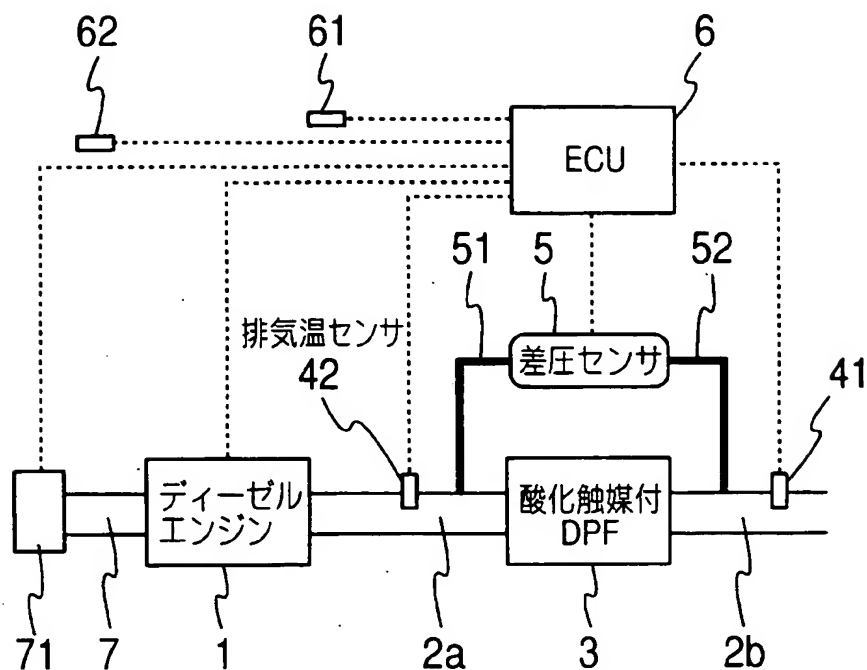
【図 5】



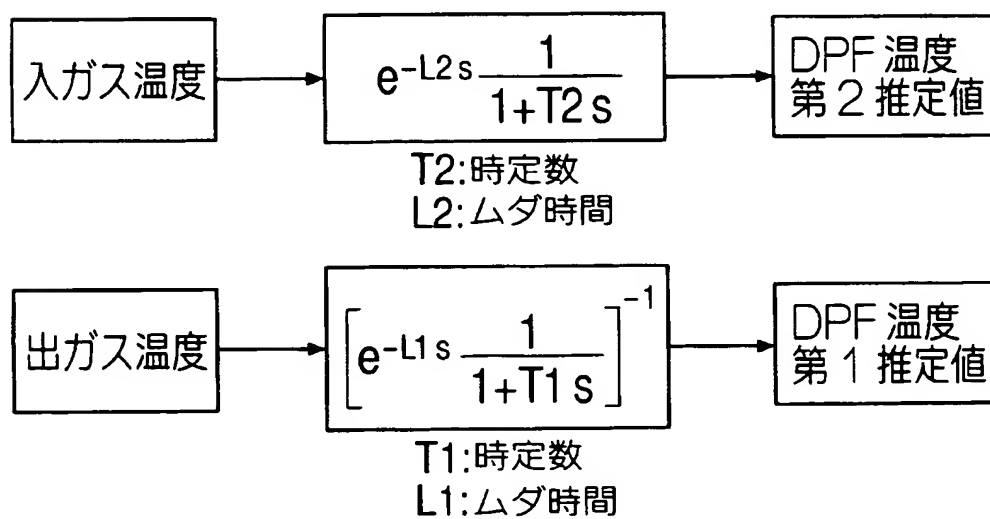
【図 6】



【図 7】

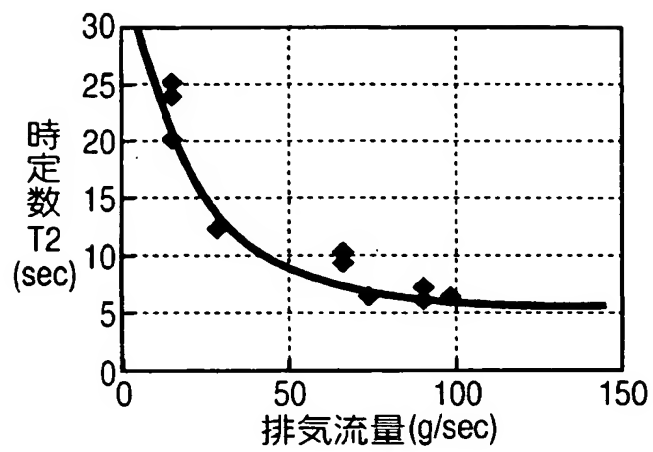


【図 8】

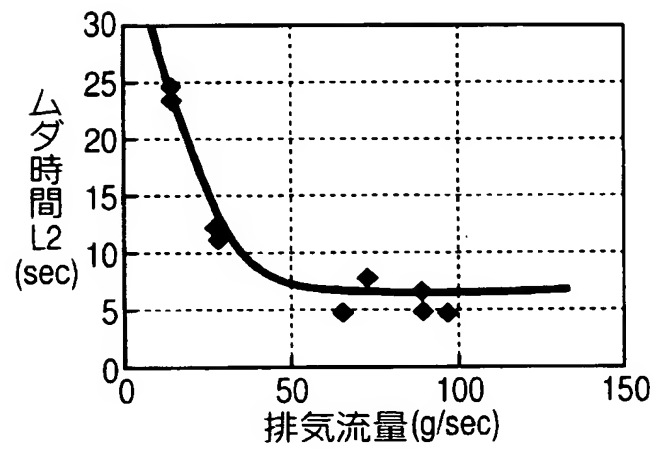


【図 9】

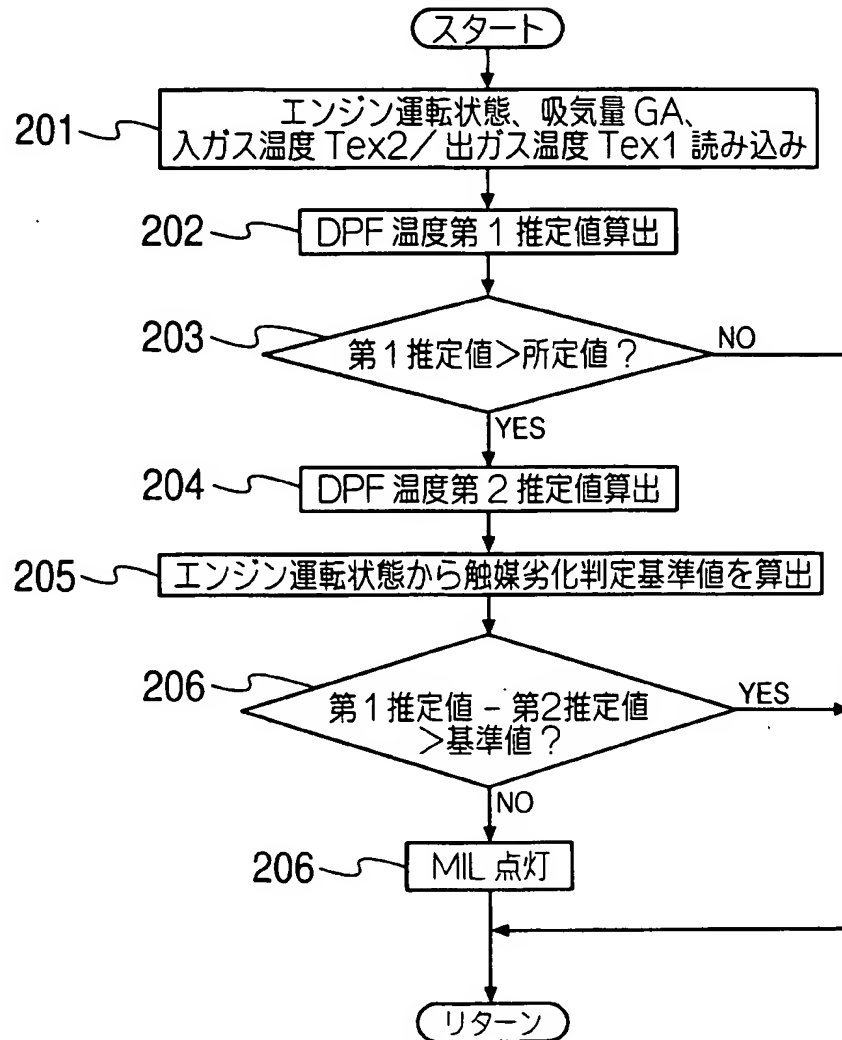
(a)



(b)

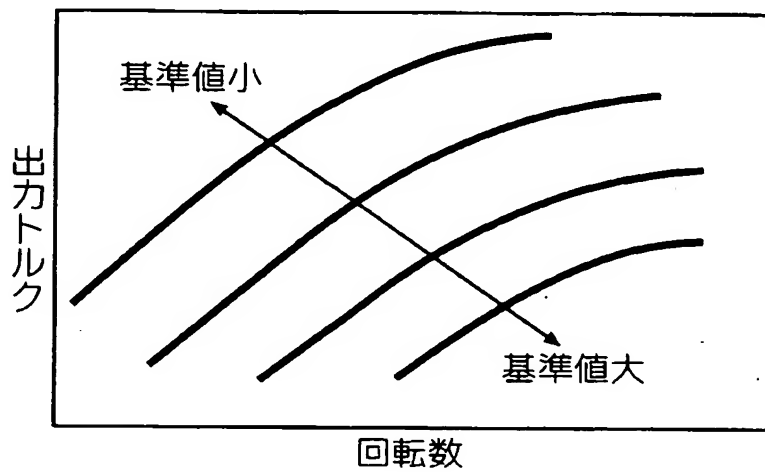


【図10】





【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 触媒やDPFといった排気後処理装置の中心温度を精度よく検出し、その検出値を基に触媒温度制御やDPFの再生制御を行い、あるいは劣化判定を行なうことにより、内燃機関の排気浄化装置の安全性の向上、浄化性能の向上を実現する。

【解決手段】 内燃機関の排気管2a、2b間に酸化触媒付DPF3を設置し、その出ガス温度を排気温センサ41で検出する。ECU6は、排気温センサ41の出力から酸化触媒付DPF3の中心温度の推定値を、DPFの温度変化に対する出ガス温度変化の逆伝達関数を用いて算出し、算出される温度推定値に基づいて酸化触媒付DPF3の過昇温防止制御あるいは再生制御を行う。伝達関数は一次遅れとムダ時間を用いて簡易に表現され、また、排気流量に応じて一次遅れの時定数とムダ時間を設定することで、比較的容易にしかも精度良い推定が可能となる。

【選択図】 図1

特願 2002-291503

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004260]

1. 変更年月日

1996年10月 8日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

氏 名

株式会社デンソー